مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ششم، بهار و تابستان ۱۳۸۵

**دکتر محمد رحیم رهنما**
**دانشگاه فردوسی مشهد**
**مهندس غلامرضا عباس زاده**
**جهاد دانشگاهی مشهد**

# مطالعه‌ی تطبیقی سنجش درجه‌ی پراکنش/ فشردگی در کلان‌شهرهای سیدنی و مشهد

## چکیده

یکی از موضوعات حیاتی قرن بیست و یکم دانشمندان شهری در ارتباط با پایداری شهر، فرم شهر (فشردگی یا پراکنش) و حومه نشینی یا نوشهرنشینی است. در واقع حرکتی از شهر ماشینی[1] به سمت شهر آینده[2] (اطلاعات گره‌ای ترانزیت شهری) و احیاء مجدّد شهری است.

بحران انرژی و آلودگی‌های محیطی در شهرهای ماشینی، باعث تغییر دیدگاهها در تصمیم‌گیری سیاست‌های شهری شده است، که فرم شهر فشرده[3] به‌خاطر پیامدهای مثبتی که پدید می‌آورد (کاهش طول سفرها و کاهش مصرف سوخت و غیره) پذیرفته شده است. عنصر اساسی لازم برای این پذیرش اندازه‌گیری میزان فشردگی/ پراکنش است. برای دست‌یابی به این هدف، این تحقیق با استفاده از ابزارهای GIS[4] و ابتدا با معرّفی چهار الگو که کمکی به غنای علمی ادبیات برنامه ریزی شده است، (آنتروپی، جینی، موران و گری)، شاخص فشردگی برای کلان‌شهرهای سیدنی در استرالیا (با چهل و دو دولت محلّی) و مشهد در ایران (با دوازده منطقه‌ی شهرداری) را محاسبه کرده است.

نتایج به‌دست آمده از این اندازه گیریها نشان می‌دهد که فرم کلان‌شهر سیدنی «تک مرکزی» است (جمعیت و اشتغال بالایی در هسته‌ی مرکزی شهر متمرکز شده و با فاصله از مرکز شهر تراکم جمعیت کاهش می‌یابد- پراکنش-) و مقادیر شاخص‌ها بدین صورت است: (آنتروپی=۰/۹۳۸، جینی=۰/۳۹،

1 Auto City
2 . Future City
3 . Compactness
4 . Arc.view, Arc.gis

موران= ۰/۲۱۵، گری= ۰/۶۳). اما فرم کلان‌شهر مشهد «الگویی تصادفی» است (تمرکز کم جمعیت و اشتغال در هسته‌ی مرکزی و پراکندگی آن در سطح شهر) و مقادیر متغیّرهای به‌دست آمده بدین صورت است: (آنتروپی= ۰/۹۳، جینی= ۰/۲۷، موران= ۰/۱۴۶، گری = ۰/۳۷)

در مجموع این مقادیر نشان می‌دهد که در راستای دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار شهری، باید الگوی توسعه تغییر نماید.

## درآمد:

شکل شهر به عنوان الگوی فضایی فعالیّت‌های انسان در برهه‌ی خاصّی از زمان تعریف می‌شود.(اندرسون، ۱۹۹۶: ۷) رشد هر شهر به‌صورت یک فرآیند دوگانه‌ی گسترش بیرونی و رشد فیزیکی یا رشد درونی و سازماندهی مجدد می‌باشد. هرکدام از این دو روش می‌تواند کالبد متفاوت و جداگانه‌ای از دیگری ایجاد نماید. گسترش بیرونی به شکل افزایش محدوده‌ی شهر، یا به اصطلاح گسترش افقی[1] ظاهر می‌شود و رشد درونی به‌صورت درون ریزی جمعیت شهری و الگوی رشد شهر فشرده[2] نمایان می‌شود. این الگوهای متفاوت به نسبت نوع گسترشی که در شهر به‌وجود می‌آورند، پیامدها و نتایج متفاوتی را نیز به دنبال دارند.

پس از جنگ جهانی دوم (۱۹۴۵) عمده ترین الگوی فرم شهری، فرم شهر ماشینی بوده، که به‌صورت کم تراکم و گسترش حومه‌ای در عرصه‌های محیطی پخش شده و باعث شده ماشین شخصی عمده‌ترین وسیله‌ی حمل و نقل شهری شود. آثار منفی این نوع توسعه سبب گردیده است تا کشورهای پیشرفته از دهه‌ی ۱۹۷۰ در جستجوی الگوی پایدارتر شهر باشند و با گرایش به فشرده سازی فرم شهر، از طریق ترکیب کاربری‌ها و کاهش فواصل بین محل کار و زندگی گامهای مؤثّری بردارند. همچنین، تعیین مقدار پراکنش یا فشردگی فرم شهر از مباحث مهم برنامه ریزی شهری است که در این نوشتار به بررسی آنها پرداخته شده است.

1 . Sprawl
2 . Compactness

## معرّفی الگوهای رشد شهری:

### رشد افقی شهر:[1]

«گسترش افقی شهر»، اصطلاحی است که در نیم قرن اخیر به شکل «اسپرال» در ادبیات پژوهش‌های شهری وارد شده است و امروزه موضوع محوری بیشتر سمینارهای شهری در کشورهای توسعه یافتـه اسـت. سـابقه‌ی کاربرد این اصطلاح به اواسط قرن بیستم باز می‌گردد؛ زمانی که در اثر استفاده بـی رویّـه از اتومبیـل شخـصی و توسعه‌ی سیستم بزرگراه‌ها، بسط فضاهای شهری در امریکا رونق گرفـت (هـس، ۲۰۰۱: ۴). پراکنـدگی شـهری دارای ابعاد مختلفی است که مقادیر پایین در هریک از این ابعـاد مـی‌توانـد بیـانگر توسـعه‌ی پراکنـده تـر باشـد (گلستر، ۲۰۰۱: ۶۸۷)

۱. تراکم: تعداد واحدهای مسکونی در هر مایل مربع از زمین‌های قابـل توسـعه اسـت. (همـان: ۶۸۷) تـراکم عمومی‌ترین شاخص مورد استفاده پراکندگی مـی‌باشـد (گـوردون؛ ریچاردسـون، ۱۹۹۷: ۸۹) بـدیهی اسـت کـه تراکم پایین در هر شهر می‌تواند بیانگر پراکنش بیشتر شهری باشد.

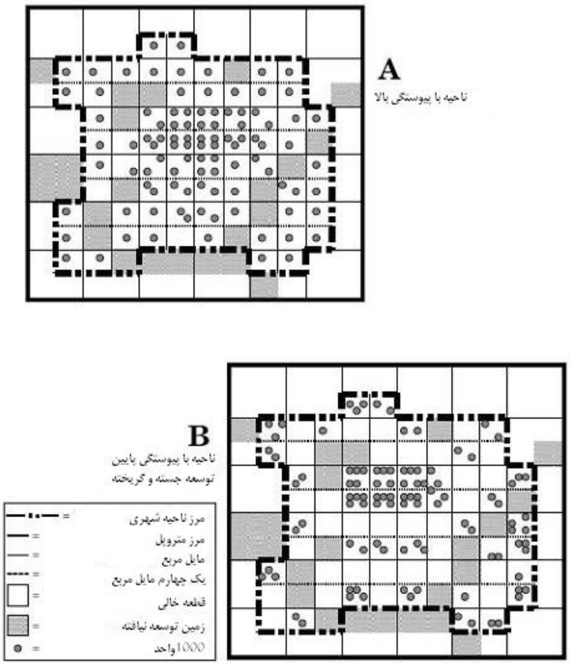
۲. پیوستگی: درجه‌ای است که زمین‌های قابل توسعه در تراکم‌هـای شـهری بـدون فاصـله از هـم (متـصل) ساخته شده‌اند. (گلستر، ۲۰۰۱: ۶۸۸) پیوستگی را به صورت «توسعه جسته و گریخته که زمین‌های توسعه نیافتـه را پشت سر می‌گذارد و ترکیبی از قطعات توسعه یافته و توسعه نیافتـه را پدیـد مـی‌آورد، نیـز تعریـف کـرده‌انـد» (اوینگ، ۱۹۹۷: ۱۰۷ – گوردون، ریچاردسون، ۱۹۹۷: ۱۰۶). بر اساس این تعاریف، پراکندگی می‌توانـد در برخـی مکان‌ها پیوسته و در برخی دیگر ناپیوسته باشد. توسعه‌ی ناپیوسته در برخی مکان‌ها می‌تواند به عنوان پراکنـدگی شناخته شود، اما در برخی دیگر شاید این‌گونه نباشد. (گلستر، ۲۰۰۱: ۸۹). تصویر شماره ۱ مقـدار پیوسـتگی را بـا یک مقدار توسعه در دو الگوی متفاوت نشان می‌دهد. در این تصویر در حالی‌که مقدار توسعه یکسان است، A از B پیوستگی بیشتری دارد.

---

1. Sprawl

تصویر شماره۱:

پیوستگی: درجهای که زمینهای قابل توسعه در تراکمهای شهری بهصورت بدون فاصله از هم ساخته شدهاند.

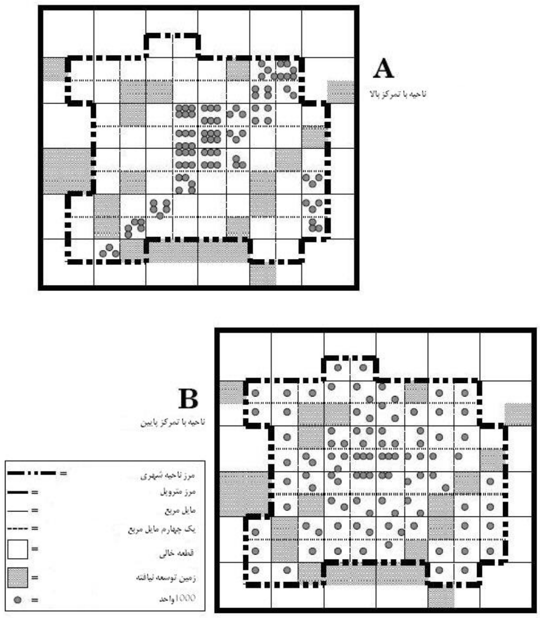



منبع: (Glaster, et.al., 2001, p691)

۳. تمرکز: درجهای است که توسعه بهجای اینکه در کل ناحیه پراکنش عادلانه داشته باشد، بهطور نامناسبی تنها در فضاهای محدودی از کل ناحیه واقع شده است. یک ناحیهی شهری ممکن است بهصورت پیوسته توسعه یابد، اما هیچ ناحیهی شهری بهطور عادلانه توسعه نیافته است. (گلستر، ۲۰۰۱: ۶۹۰). شکل زیر مقدار تراکم را با یک مقدار توسعه در دو الگوی مختلف نشان میدهد. در این شکل A از B تمرکز بالاتری دارد.

تصویر شماره۲:

درجه‌ای که توسعه به جای پراکنش عادلانه کلی، به‌طور نامناسب در فضاهای نسبتاً کمتری از کل ناحیه‌ی شهری واقع شده است.



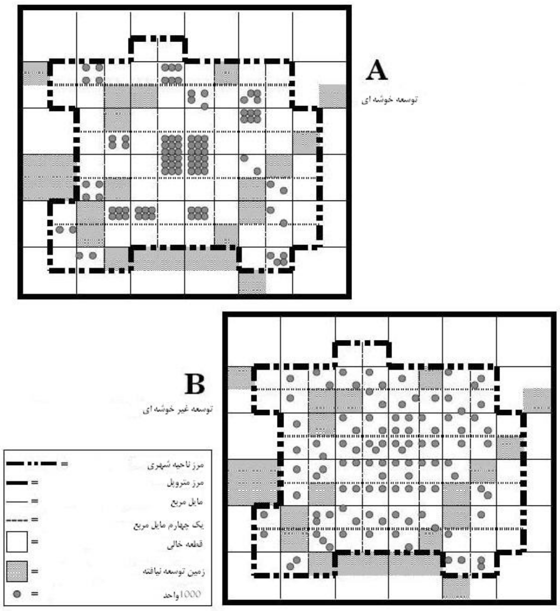

منبع: (Glaster, et.al., 2001, p692)

۴. مجموعه بندی (خوشه بندی): درجه‌ای است که توسعه به‌طور فشرده طبقه بندی شده تا مقدار زمین در هر مایل مربع از سرزمین‌های قابل توسعه که به‌وسیله‌ی کاربری‌های مسکونی یا غیر مسکونی، اشغال می‌شود، به حداقل برسد. (همان: ۶۹۱). پراکندگی عمدتاً به عنوان متضادی برای توسعه انباشته یا مجموعه‌بندی شده به‌کار می‌رود، بنابراین اثرات آن فقط بخش کوچکی از زمین ناحیه‌ای را با آن در ارتباط است، در برمی‌گیرد (گوردون، ریچاردسون، ۱۹۹۷: ۸۹). برخلاف تراکم و تمرکز که با توسعه‌ی الگوها در سراسر شبکه‌ها درارتباط هستند، مجموعه بندی با الگوهای توسعه‌ی درون شبکه‌ها در ارتباط است. توسعه ممکن است متراکم و متمرکز باشد، ولی هنوز مجموعه بندی نشده باشد (زیرا توسعه به‌طور یکنواخت درون تمام شبکه‌ها، تراکم‌های بالا و

پایین پخش شده است. (گلستر، ۲۰۰۱: ۶۹۲). شکل شماره ۳ مجموعه بندی را با یک مقدار توسعه در دو روش متفاوت نشان می‌دهد. A از B مجموعه بندی بیشتری دارد.

تصویر شماره ۳:

مجموعه‌بندی: درجه‌ای که توسعه به‌طور فشرده طبقه بندی شده تا مقدار زمین در هر مایل مربع از سرزمین‌های قابل توسعه که به‌وسیله‌ی کاربریهای مختلف اشغال می‌شود، به حدّاقل برسد.




منبع: (Glaster, et.al., 2001, p693)

۵. مرکزیّت (میانگاهی): درجه‌ای است که توسعه‌های مسکونی یا غیر مسکونی ناحیه‌ی شهری (یا هر دو) نزدیک به بخش مرکزی شهر (CBD) واقع شده‌اند. عدم مرکزیّت نواحی شهری اغلب علت فاصله‌ها و زمان‌های طولانی سفر و ناکارآمدی کاربری زمین می‌باشد. مرکزیّت ناحیه‌ی شهری به‌صورت شعاعی است که از CBD شروع و هرچه نسبت بیشتری از توسعه در مکان کمتری متمرکز شده باشد، مرکزیّت بالاتر است (همان: ۶۹۴)

۶. هسته‌ای یا قطبی بودن: حدی است که یک ناحیه‌ی شهری توسط الگوی یک هسته‌ای در مقابل الگوی چند هسته‌ای توسعه مشخص می‌شود. قطبی بودن و تمرکز لزوماً بههم مرتبط نیستند. یک ناحیه‌ی شهری ممکن است یک یا چند مرکز داشته باشد، اما اگر میانگین آنها به‌طور معناداری بزرگتر از میانگین تراکم بقیه‌ی نواحی شهری نباشد، تمرکز پایین خواهد بود. الگوی چند مرکزی ممکن است هزینه‌ی برخی مردم را از طریق کاهش مسافرت آنها به محل کار کاهش دهد، اما احتمالاً هزینه‌های برخی دیگر را افزایش می‌دهد؛ بنابراین زمین در مجاورت گره‌های مهم شغلی ارزش پیدا می‌کند (همان: ۶۹۴)

۷. کاربری ترکیبی: درجه‌ای که کاربری‌های مختلف شهری درون یک ناحیه کوچک باشند و این مسأله در سراسر ناحیه‌ی شهری عمومیّت می‌یابد. الگوهای منحصر به فرد زمین شامل تفکیک منازل، محل‌های کار و تسهیلات و همچنین تبعیض درآمدی در بین جوامع مسکونی، پراکندگی را سبب می‌شود. هرچه ترکیب کاربری‌ها در یک جامعه کاهش یابد، زمان و مسافت سفر برای کسانی که در آنجا زندگی می‌کنند، افزایش می‌یابد (همان: ۶۹۵)

۸ مجاورت: درجه‌ای است که کاربری‌های مختلف در یک ناحیه‌ی شهری به یکدیگر نزدیک‌اند. بعد کاربری ترکیبی، تنها حدّی را که قسمتهای کوچکی از ناحیه‌ی شهری به‌طور نمونه به یک کاربری اختصاص داده شده‌اند، را به‌دست می‌دهد؛ مجاورت بُعدی است که فاصله‌ی نمونه‌ای بین کاربری‌های مختلف را ایجاد می‌نماید. مثلاً میانگین فاصله‌ای که کارگران باید تا مرکز شغلی طی کنند. دوری این فواصل به پراکندگی تعبیر می‌شود (همان: ۶۹۷)

پراکندگی شیوه‌ی اتلاف مسکن در شهر است که توسط تراکم‌های یکنواخت پایین مشخص می‌شود. اغلب ناهماهنگ است و در طول حاشیه‌های نواحی شهری با سرعتی زیاد پخش می‌شود. پراکندگی در این فرآیند، عموماً به نواحی کشاورزی اولیّه و منابع زمینی هجوم می‌برد و زمین به‌صورت قطعه قطعه و جدا از هم توسعه می‌یابد. نواحی پراکنده شهر در دسترسی به منابع و امکانات جامعه کاملاً متکی بر اتومبیل است (اوینگ، ۱۹۹۷: ۱۰۷)

علل مختلف پراکنش نیز می‌تواند رشد جمعیت متروپل، وفور زمین، عدم تمرکز اشتغال، اولویّت‌های مسکن، نابودی مرکز شهر، پیشرفت حمل و نقل و سیاستهای عمومی اعمال شده و ... باشد (وانگ، ۲۰۰۲: ۵).

## رشد هوشمند شهر:[1]

رشد هوشمند شهر به اصول توسعه و عملیّات برنامه ریزی اشاره دارد که الگوی کاربری زمین و حمل و نقل مؤثر ایجاد کرده است. رشد هوشمند استراتژیهای مختلفی را شامل می‌شود که نتایج این استراتژیها، دسترسی بیشتر و سیستم‌های حمل و نقل چندگانه است. رشد هوشمند روشی پیشنهادی برای اصلاح پراکندگی است (لیت من، ۲۰۰۵: ۲۱). رشد هوشمند دارای اصول ده‌گانه‌ی زیر است:

کاربری ترکیبی، بهره گیری از طرّاحی ساختمان‌های فشرده، ایجاد طیفی از گزینه‌ها و شیوه‌های مسکن، ایجاد همسایگی‌های قابل دسترس توسط پیاده، ویژگی پرورشی یا جوامع جذّاب با احساس قوی مکانی، حفظ فضای باز و زمین‌های کشاوزی و نواحی محیطی بحرانی، توسعه‌ی قوی و مستقیم به سمت جوامع موجود، تهیه تنوّعی از شیوه‌های حمل و نقل، تصمیم‌گیری‌های عادلانه و مؤثر، تشویق همکاری‌های قوی جامعه‌ای (SGN, 2002).

جدول شماره ۱: مزایای رشد هوشمند

| اقتصادی | اجتماعی | محیطی |
|---|---|---|
| کاهش هزینه‌های توسعه<br>کاهش هزینه‌های خدمات عمومی<br>کاهش هزینه‌های حمل و نقل<br>اقتصادهای انباشتگی<br>حمل و نقل مؤثرتر<br>حمایت از صنایعی که به کیفیت محیطی بالا وابسته‌اند (توریسم و کشاورزی و غیره) | توسعه گزینه‌های حمل و نقل و قابلیت حرکت مخصوصاً برای غیر رانندگان<br>توسعه گزینه‌های مسکن<br>ایجاد همبستگی اجتماعی<br>حفظ صنایع فرهنگی منحصربفرد (مکانهای تاریخی، همسایگی‌های تجاری و غیره)<br>افزایش بهداشت عمومی و سلامتی | حفظ فضای سبز و سکونتگاهها<br>کاهش آلودگی هوا<br>افزایش بازده انرژی<br>کاهش آلودگی آبها<br>کاهش اثر «جزایر گرمایی» |

منبع: (ICCMA,1998; USEPA,2003; VTPI,2005)

رشد هوشمند شهری در نهایت منجر به الگوی توسعه‌ی گسترش عمودی و فشردگی[2] در شهر می‌شود که سطوح کمتری از سرزمین را اشغال نموده، به ارتقای کیفیّت زندگی جامعه، تنوّع طرّاحی، توانمندسازی اقتصاد و ترقّی مسائل زیست محیطی، افزایش سلامتی عمومی، تنوّع و گونه‌گونی مسکن و فراهم آوردن

1. Smart Growth
2. Compactness

شیوه‌های حمل و نقل مختلف می‌انجامد و می‌تواند دسترسی را افزایش داده و به کاهش سفرها و در نتیجه کاهش ترافیک و آلودگی‌ها منجر می‌شود.

فشردگی تعریف کلی مورد قبولی ندارد. گوردون و ریچاردسون (۱۹۹۷: ۹۵) تمرکز را به عنوان تراکم بالا یا توسعه‌ی تک قطبی تعریف کرده‌اند. تعریف اوینگ (۱۹۹۷: ۱۹۷) بر مسکن، اشتغال و ترکیب کاربریها متمرکز شده است. همچنین (اندرسون، ۱۹۹۶: ۷) هردو شکل تک مرکزی و چندمرکزی را به عنوان فشردگی تعریف کرده است. (گلاستر، ۲۰۰۱: ۶۹۰) تمرکز را به عنوان درجه‌ای که توسعه جمع می‌شود و یا مقدار توسعه‌ی بالاتری از زمین در هرمایل مربع جای می‌گیرد، تعریف کرده است. علی‌رغم تعاریف متنوّع، مطلب عمومی دراین زمینه این مفهوم است که فشردگی توسعه جمع شده را در برمی‌گیرد (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۲)

## الگوهای کمّی به‌کار برده شده در تعیین شکل متروپل:

ابعاد شکل شهر که عموماً در تشخیص پراکنش از فشردگی به‌کار می‌رود، عبارت‌اند از: اندازه متروپل، تراکم، درجه‌ی توزیع متعادل و درجه‌ی تجمّع (همان: ۱۴۳).

۱. اندازه متروپل: مقدار زمینی که برای یک ناحیه‌ی شهری پیشنهاد شده یکی از شاخص‌های پراکندگی است. بر پایه‌ی این نظریّه، توسعه‌ی پراکنده سبب مصرف بیشتری از زمین می‌گردد (هس، ۲۰۰۱: ۱۱). اندازه مقدار زمین به تنهایی می‌تواند مسأله ساز باشد، زیرا که مصرف کلّی زمین تا حدّ زیادی در ارتباط با جمعیت است (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۳). بنابراین مقدار زمین متروپل به تنهایی نمی‌تواند بیانگر پراکنش یا فشردگی شهری باشد. (تصویر شماره ۴)

۲. تراکم: تراکم به عنوان بُعدی جداگانه از شکل متروپل می‌تواند الگوهای پراکنش بر پایه‌ی تراکم را به‌وسیله‌ی اندازه‌گیری سرانه مصرف زمین مشخص سازد (هس، ۲۰۰۱: ۱۱). با این حال نمی‌توان حدّ معیّنی از تراکم را به پراکنش یا فشردگی تعبیر کرد و لازم است با سایر شاخص‌ها مورد بررسی قرارگیرد. (تصویر شماره ۴)

۳. درجه‌ی توزیع متعادل: بُعدی از شکل شهر است که این‌گونه تعریف می‌شود: درجه‌ای که توسعه در قسمت‌های کمّی‌از ناحیه‌ی متروپل قرار گرفته است، صرف‌نظر از این‌که نواحی با تراکم بالا، در یک نقطه جمع هستند، یا به‌طور جدا از هم پخش شده‌اند (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۳). (تصویر شماره ۴)

از شاخص‌های متعددی که توزیع نامتعادل را مشخص می‌سازد، در این نوشتار ضرایب جینی و آنتروپی نسبی شانون مورد استفاده قرار گرفته است.

-**الگوی آنتروپی**: آنتروپی نسبی (یک شاخص مشتق شده از آنتروپی شانون[1] یا شاخص Theil برای تبدیل مقادیر با دامنه‌ای بین ۰ و ۱) از سایر شاخص‌ها بهتر است؛ زیرا به‌وسیله‌ی تعداد نواحی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. (توماس، ۱۹۸۱). آنتروپی نسبی شانون می‌تواند برای اندازه‌گیری نابرابری توزیع جمعیت یا اشتغال در واحدهای فضایی درون یک متروپل به‌کار رود، که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{N} PDEN_i * \log(\frac{1}{PDEN_i}) / \log(N)$$

در این رابطه $PDEN_i = DEN_i / \sum_{i=1}^{N} DEN_i$ ، $DEN_i$ تراکم ناحیه i و N تعداد نواحی مختلف است.

آنتروپی نسبی برای داده‌های با تراکم صفر (مثل پارک‌ها) نمی‌تواند به‌کار رود. برای حلّ این مسأله، ناحیه باید طوری تنظیم شود که از مقدار تراکمی صفر به‌دور باشد، البته ممکن است این تعدیل مناسب نباشد چون دو ناحیه‌ی متفاوت (مثلاً نواحی مسکونی و پارک‌ها) را ترکیب می‌کند، که یک مصداق ندارند (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۵)

ضریب آنتروپی دامنه‌ای بین ۰ و ۱ دارد و هرچه مقدار آن به ۱ نزدیک باشد، بیانگر توزیع عادلانه تر و هرچه به ۰ نزدیکتر باشد، بیانگر درجه‌ی توزیع نامتعادل است. به عبارت دیگر مقدار ۱ بیانگر توریع کاملاً عادلانه و مقدار ۰ بیانگر توزیع کاملاً نامتعادل می‌باشد.

-**ضریب جینی**: ضریب جینی نیز شاخص دیگری برای اندازه گیری توزیع نابرابر جمعیّت و اشتغال در نواحی مختلف یک متروپل است. این ضریب نیز دامنه‌ای بین ۰ و ۱ دارد. ضریب‌های جینی بالاتر (نزدیک به ۱) به این معنی است که تراکم جمعیّت و اشتغال تا حدّ زیادی در نواحی کمتری بالاست (توزیع نامتعادل) و ضریب جینی نزدیک به ۰ به این معنی است که جمعیّت یا اشتغال در متروپل به‌صورت عادلانه‌ای توزیع شده است. ضریب جینی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

1. Shannon

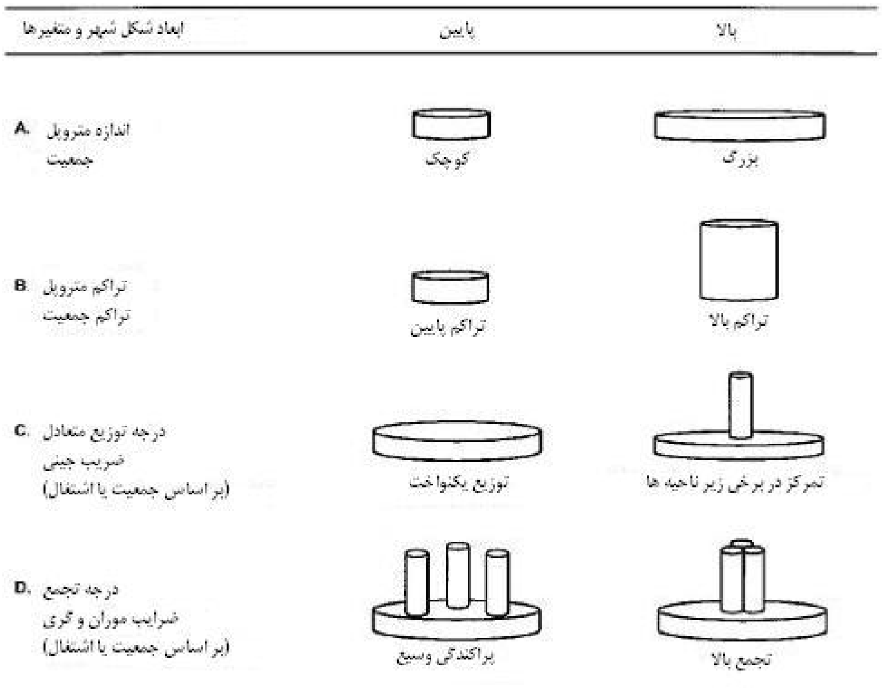
$$Gini = 0.5\sum_{i=1}^{N}|x_i - y_i)$$

در این رابطه N تعداد نواحی، $x_i$ نسبت زمین در ناحیه i و $y_i$ نسبت جمعیت یا اشتغال در ناحیه i است (Penfold, 2001).

با این وجود این بُعد (درجه‌ی توزیع متعادل) درجه‌ی فشردگی/پراکنش را مشخص نمی‌سازد. برای مثال اگر یک ضریب جینی را در نظر بگیریم، هنوز نامفهوم است که آیا متروپل تک مرکزی، چند مرکزی، یا پراکنده بدون تمرکز است (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۵)

۴. درجه‌ی تجمّع: اگر یک ناحیه‌ی متروپل را با توزیع غیرعادلانه‌ی جمعیّت یا اشتغال را که با ضریب جینی مشخص شده را در نظر بگیریم، بُعد چهارم (درجه‌ی تجمّع) درجه‌ای را که نواحی با تراکم بالا تجمّع یافته‌اند یا به‌طور تصادفی پراکنده شده‌اند را برآورد می‌کند. (تصویر شماره ۴) این بُعد نسبت فشردگی و پراکنش را بر اساس ساخت فضایی مشخص می‌کند- توسعه تک مرکزی، چند مرکزی، پراکنده بدون تمرکز، توسعه‌های پیوسته و نوار تجاری- (همان: ۱۴۶).

تصویر شماره۴: چهار بعد مختلف شکل متروپل در تعیین شکل کمی




منبع: (Tsai, 2005, p148)

برای اندازه گیری بُعد چهارم از دو ضریب موران[1] و گری[2] استفاده شده که با اندازه گیری خودهمبستگی فضایی[3] می‌توانند سطح تجمّع را تخمین بزنند. این دو مشابه‌اند؛ تنها بر حسب تعریف ریاضی و مقیاس مقادیر، با هم اختلاف کمی دارند (همان: ۱۴۶).

خود همبستگی فضایی به تحلیل این مسأله می‌پردازد که اگر یک سیستم منطقه‌ای را در نظر بگیریم، وجود یک متغیّر در یک منطقه بر وجود همان متغیّر در مناطق هم‌جوار منطقه مورد نظر چه تأثیری دارد. اگر تأثیر مثبت باشد، یعنی حضور آن متغیّر در یک منطقه سبب شود که در مناطق همجوار آن نیز مقدار آن متغیّر بیشتر شود، به خودهمبستگی فضایی مثبت تعبیر می‌شود. اما اگر برعکس وجود آن متغیّر تأثیری منفی بر وجود آن

1. Moran
2. Geary
3. Auto Correlation

در مناطق هم‌جوار داشته باشد، یعنی سبب کاهش مقادیر آن در مناطق همسایه گردد، به خود همبستگی فضایی منفی تعبیر می‌شود و در صورتی که تأثیر خاصّی نداشته باشد، به عدم خود همبستگی فضایی تفسیر می‌گردد. (لی، ونگ، ۲۰۰۱: ۱۵۶)

- **ضریب موران**: در این مقاله برای اندازه گیری خودهمبستگی از ضرایب موران و گری استفاده شده است. ضریب موران به‌صورت زیر تعریف می‌شود: (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۶)

$$\text{Moran}=\frac{N\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}w_{ij}(x_i-x)(x_j-x)}{(\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}w_{ij})(x_i-x)^2}$$

به عبارت دیگر ضریب خودهمبستگی فضایی موران از متغیّر x که از مشاهدات $x_i$ برای مناطق پیوسته n تشکیل شده، به‌صورت زیر تعریف می‌شود: (لی، ونگ، ۲۰۰۱: ۱۵۶)

$$r_{xx}=\frac{s_{xx}}{s_x^2}$$

در این رابطه $s_{xx}$ اتوکوآریانس فضایی x و $s_x^2$ واریانس x است و به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$s_{xx}=\frac{1}{2A}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}(x_i-\overline{x})(x_j-\overline{x})\delta_{ij} \qquad s_x^2=\sum_{i=1}^{N}(x_i-\overline{x})/n$$

$\delta_{ij}$ به عناصر ماتریس پیوستگی گفته می‌شود که وقتی منطقه i با منطقه j در ارتباط نباشد، برابر ۰ و وقتی در ارتباط باشد مقدار ۱ می‌گیرد. بنابراین مقدار عبارت $(x_i-\overline{x})(x_j-\overline{x})\delta_{ij}$ برای تمام مناطق ناپیوسته صفر می‌باشد، زیرا در این حالت $\delta_{ij}=0$ خواهد بود. برای هر جفت از مناطق پیوسته (جایی که $\delta_{ij}=1$ است) اگر مقادیر x در هر دو منطقه i و j از میانگین متغیّرها اختلاف زیاد مثبت داشته باشد، مقدار $(x_i-\overline{x})(x_j-\overline{x})\delta_{ij}$ نسبتاً بزرگ و مثبت خواهد بود و به‌طور مشابه اگر مقدار x در منطقه i اختلاف زیاد مثبت از میانگین داشته باشد و مقدار x در منطقه j از میانگین اختلاف زیاد منفی داشته باشد، عبارت $(x_i-\overline{x})(x_j-\overline{x})\delta_{ij}$ بزرگ و منفی خواهد بود. بنابراین مجموع اتوکوآریانس، حدّی را که x با خودش در سیستم منطقه‌ای ارتباط مثبت یا منفی دارد، اندازه گیری می‌کند. مجموع عبارت‌های

$(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})\delta_{ij}$ بر دو برابر ارتباطات، 2A، تقسیم می‌شود تا اتوکوآریانس به‌دست آید. (A تعداد ارتباطات بین مناطق است که به‌صورت $A = \frac{1}{2}\sum_i^n\sum_j^n \delta_{ij}$ تعریف می‌شود.)

اگر متغیّر خودهمبستگی فضایی مثبت داشته باشد، ضریب خود همبستگی فضایی ($r_{xx}$) به سمت ۱+ میل خواهد کرد و اگر متغیّر دارای خود همبستگی فضایی منفی باشد، به سمت ۱- میل می‌کند. انحراف استاندارد توزیع به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q(r_{xx}) = \sqrt{\frac{4n^2 - 8n(A+D) + 12A^2}{\;} - \mu^2(r_{xx})}$$

در این رابطه A تعداد کل ارتباطات بین نواحی مختلف، n تعداد مناطق و $D = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} L_i(L_i - 1)$ می‌باشد که $L_i$ تعداد مناطق مرتبط با منطقه i است یا به عبارت دیگر $D = [(L_1(L_1-1)) * (L_2(L_2-1)) * ... * (L_n(L_n-1))]/2$ و $\mu(r_{xx})$ مقدار میانگین خودهمبستگی فضایی است که به این صورت می‌آید: $\mu(r_{xx}) = -1/(n-1)$

برای این‌که بفهمیم آیا توزیع نمونه $r_{xx}$ به‌صورت نرمال توزیع شده است مقدار معناداری $r_{xx}$ را به‌وسیله‌ی ترانسفورماسیون Z تست می‌نماییم:

$$\text{Calc z} = \frac{r_{xx} - \mu(r_{xx})}{Q(r_{xx})}$$

در این رابطه فرضیه یک بیان می‌کند که خودهمبستگی فضایی مثبت یا منفی وجود دارد، که به‌طور سمبولیک به این صورت می‌آید: ($H_1 = r_{xx} \neq \mu(r_{xx})$) و فرضیه‌ی صفر بیان می‌کند که اختلاف معناداری بین مقدار ضریب مشاهده شده و مقدار مورد انتظار در الگوی تصادقی وجود ندارد و به این صورت نوشته می‌شود: ($H_0 = r_{xx} = \mu(r_{xx})$)، بعد می‌توان این فرضیه را در مقادیر مختلف سطوح معناداری بررسی کرد، مثلاً سطح معنی داری ۰٫۰۵ مقدار $Z = \pm 1.96$ تعریف شده است و احتمال ۹۵٪ را می‌سنجد که اگر مقدار z محاسبه شده از رابطه‌ی بالا، بالاتر یا پایین‌تر از این مقدار باشد، فرضیه‌ی صفر رد شده و فرضیه‌ی یک پذیرفته می‌شود و اگر درون این دو مقدار قرار گیرد، فرضیه‌ی صفر پذیرفته شده و فرضیه‌ی یک رد می‌شود. (لی، ونگ، ۲۰۰۱: ۱۵۶)

رابطه‌های فوق زمانی است که در وزن دهی از ۰ و ۱ استفاده می‌شود. اگر در وزن دهی از مرزهای مشترک هر منطقه استفاده کنیم، یعنی به‌جای ۰ و ۱ وزن هر منطقه را از مرز مشترک آن با دیگر مناطق بسنجیم، رابطه‌ها به‌صورت زیر تغییر شکل خواهند داد: (همان: ۱۵۶)

$$W_{ij} = \beta_{i(j)} / d_{ij}$$

در این رابطه $\beta_{i(j)}$ نسبت مرز مشترک منطقه i با منطقه j است و $d_{ij}$ فاصله بین مرکز ثقل منطقه i و مرکز ثقل منطقه j می‌باشد. به عبارت دیگر طول مرز مشترک منطقه i با منطقه j بر طول کل مرزهای مشترک منطقه i تقسیم می‌شود. رابطه‌های دیگر به‌صورت زیر است: (همان: ۱۵۶)

$$wr_{xx} = \frac{ws_{xx}}{s_x^2}$$

$$ws_{xx} = \frac{1}{w}\sum_i^n \sum_j^n (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) w_{ij}$$

$$w = \sum_i^n \sum_j^n w_{ij}$$

$$Q(wr_{xx}) = \sqrt{\frac{n^2 h - ng + 3w^2}{w^2(n^2-1)} - \mu^2(wr_{xx})}$$

$$h = \frac{1}{2}\sum_i^n \sum_j^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \qquad g = \sum_i^n (G_i - H_i)^2 \qquad G_i = \sum_j^n w_{ij}$$

$$H_i = \sum_i^n w_{ij}$$

$$\mu(wr_{xx}) = -1/(n-1) \qquad \text{Calc z} = \frac{wr_{xx} - \mu(wr_{xx})}{Q(wr_{xx})}$$

$$H_0 = wr_{xx} = \mu(wr_{xx}) \qquad H_1 = wr_{xx} \neq \mu(wr_{xx})$$

- **ضریب گوی**: این ضریب نیز مشابه ضریب موران است، اما به جای تأکید به انحراف از میانگین، اختلاف هر ناحیه را نسبت به دیگری برآورد می کند و به صورت زیر است (تسای، ۲۰۰۵: ۱۴۶۵).

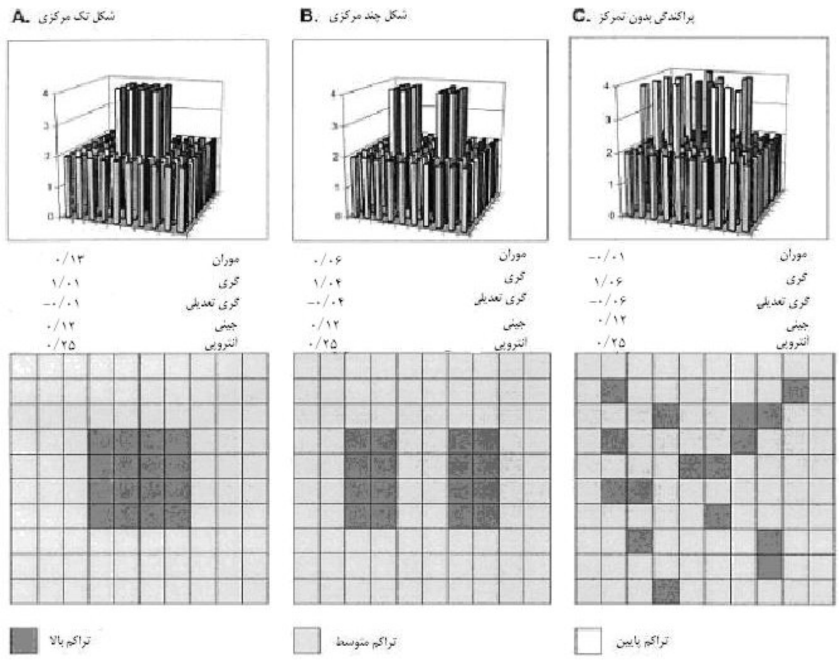
$$\text{Geary} = \frac{(N-1)[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}(x_i - x_j)^2]}{2(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij})\sum_{i=1}^N (x_i - x)^2}$$

در رابطه‌ی فوق، N تعداد نواحی، $x_i$ جمعیت یا اشتغال ناحیه i، $x_j$ جمعیت یـا اشـتغال ناحیـه j، x متوسـط جمعیت یا اشتغال و $w_{ij}$ وزن بین ناحیه i و j را مشخص می کند. ضریب گری بین ۰ تا ۲ تنظیم می‌شـود کـه بـه منظور داشتن مقیاسی شبیه به ضریب موران می‌تواند اینطور تغییر شکل بدهد:

گری تعدیلی = - (Geary-1)

تصویر شماره ۵:

کاربرد ضرایب موران و گری در تعیین اشکال فرضی تک مرکزی، چند مرکزی و بدون مرکزیت شهری با ضریب جینی و آنتروپی یکسان




منبع: (Tsai, 2005, p148)

## ارتباط بین چهار متغیّر شکل متروپل:

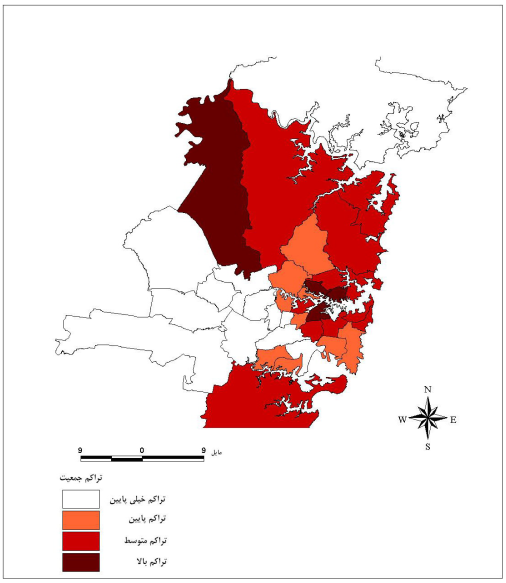
از دیدگاه هندسی، چهار بعد شکل متروپل مستقل از یکدیگرند، جز این که نواحی بـا تـراکم بـالا (ضـرایب بالای موران) تنها زمانی اتفاق می‌افتد که توسعه به‌طور غیر عادلانه توزیع شده باشد (ضـرایب جینـی مـساوی صـفر

نباشد). به‌هرحال با ملاحظه پدیده‌ی توسعه شهری این ابعاد به یکدیگر مربوط می‌شوند، مثلاً افزایش جمعیت- در صورتی که بقیه ثابت باشند- سبب تراکم بالا خواهد شد (آلونسو، ۱۹۶۴)

## کاربرد ضرایب برای تعیین نوع شکل شهر:

**سیدنی:** سیدنی در عرض جغرافیای ۳۵ درجه‌ی جنوبی (مایک، ۲۰۰۵: ۵۵) و در ایالت ولز جنوبی در استرالیا قرار گرفته است. این کلان‌شهر از ۴۲ دولت محل تشکیل شده است. جمعیّت این کلان‌شهر از ۳۵۳۸۳۱۴ تن در سال ۱۹۹۱ به ۳۹۹۷۳۲۱ تن در سال ۲۰۰۱ تغییر نموده است. درصد تغییرات در خلال این دوره ۱۳/۵ درصد بوده است. مساحت آن به ۱۲۱۴۴۱۶ کیلومتر مربع می‌رسد و تراکم جمعیتی ۳۲۹/۱۴ تن در کیلومتر مربع دارد. وضعیت نیروی کار در سیدنی از ۱۵۵۶۴۴۸ تن (۸۹/۷درصد اشتغال نیروی کار) در سال ۱۹۹۱ به ۱۹۱۶۲۲۳ تن (۹۳/۹ درصد اشتغال نیروی کار) در سال ۲۰۰۱ رسیده است. پراکندگی نیروی کار و جمعیت در ناحیه‌ی شهری بیانگر اختلاف فضایی آنهاست. سهم نیروی کار در هسته‌ی مرکزی و درونی شهر سیدنی بالاتر از حلقه‌ی خارجی آن است و موج رفت و آمدها را به محل کار به‌وجود آورده است. (رهنما، ۲۰۰۵: ۳۵۶)

نقشه شماره ۱: تراکم جمعیت در کلان‌شهر سیدنی در سال ۲۰۰۱




منبع: (Rahanma, et.al., 2005)

**ضرایب مختلف محاسبه شده:**

ضریب آنتروپی برای جمعیت سال ۲۰۰۱ سیدنی برابر ۰/۹۴۴ می‌باشد و برای جمعیت شاغل همین دوره رقم ۰/۹۳۸ به‌دست آمده که بیانگر مقداری نابرابری در توزیع این دو پارامتر است. علاوه بر این مقدار جمعیت ضریب بالاتری را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که نابرابری در توزیع جمعیت کمتر از میزان اشتغال می‌باشد. تمرکز مشاغل در محدوده‌ی مرکزی کلان‌شهر سیدنی، بیانگر اهمیت موضوع است. علاوه بر این نقشه تراکم مشاغل و جمعیت سیدنی نیز بیانگر تمرکز در بخش‌های مرکزی است و این وضعیّت را تا حدّی توجیه می‌نماید.

ضریب جینی نیز برای جمعیت ۰/۴۰ و برای اشتغال ۰/۳۹ به‌دست آمده که بازهم بیانگر نابرابری در توزیع پارامترهاست. هرچند مقادیر در این ضریب بالاتر از ضریب آنتروپی می‌باشد، اما وضعیّت کلی نابرابری را اثبات می‌نماید.

در محاسبه‌ی ضریب موران و گری از هر دو روش وزن دهی (هم روش ۰و۱ و هم روش مرز مشترک) استفاده شده و نتایج به این صورت محاسبه شده است:

ضریب موران جمعیت از روش ۰ و۱ برای سیدنی مقدار ۰/۳۸ و ضریب موران اشتغال از همین روش ۰/۳۵ بوده است که بیانگر تمرکز بالا می‌باشد، اما این تمرکز در جمعیت مقدار بالاتری از اشتغال دارد که از این نظر با ضریب جینی محاسبه شده همخوانی دارد، زیرا ضریب جینی نشان داد که در توزیع جمعیت ناهماهنگی بیشتری از اشتغال وجود دارد.

از روش مرز مشترک نیز به ترتیب مقادیر ۰/۲۶ و ۰/۲۲ به‌دست آمده، که هرچند ضرایب مقادیر کمتری دارد، اما باز هم همان وضعیّت تمرکز را در کلان‌شهر سیدنی نشان می‌دهد. علاوه بر آن باز هم جمعیت تمرکز بالاتری از اشتغال دارد و روش قبل نیز این مطلب را ثابت نمود. ضرایب آنتروپی و جینی نیز، که بیانگر توزیع ناعادلانه بود، می‌تواند این وضعیّت را تأیید نماید.

ضرایب گری از روش ۰ و۱ برای جمعیّت و اشتغال سیدنی به ترتیب ۰/۴۰ و ۰/۴۳ و از روش مرز مشترک ۰/۳۱ و ۰/۳۷ محاسبه شده است. حال اگر این ضرایب را به‌صورت تعدیلی درآوریم تا از نظر دامنه مقیاس شبیه به ضریب موران شود، ضریب تعدیلی گری از روش ۰ و۱برای جمعیت و اشتغال به ترتیب ۰/۶۰ و ۰/۵۷ و از روش مرز مشترک ۰/۶۹ و ۰/۶۳ می‌باشد، که علاوه بر این‌که بیانگر تمرکز در کلان‌شهر سیدنی است، باز هم

ثابت می‌کند که درجه‌ی تمرکز در جمعیت از اشتغال بیشتر است که ضرایب موران نیز این مطلب را اثبات نمود.

جدول شماره ۲ مجموع ضرایب محاسبه شده کلان‌شهر سیدنی را نشان می‌دهد. با توجه به مجموع ضرایب می‌توان گفت که کلان‌شهر سیدنی دارای الگویی متمرکز است، اما این تمرکز به‌صورت کاملاً تک مرکزی نیست وناهماهنگی‌هایی در آن به چشم می‌خورد.

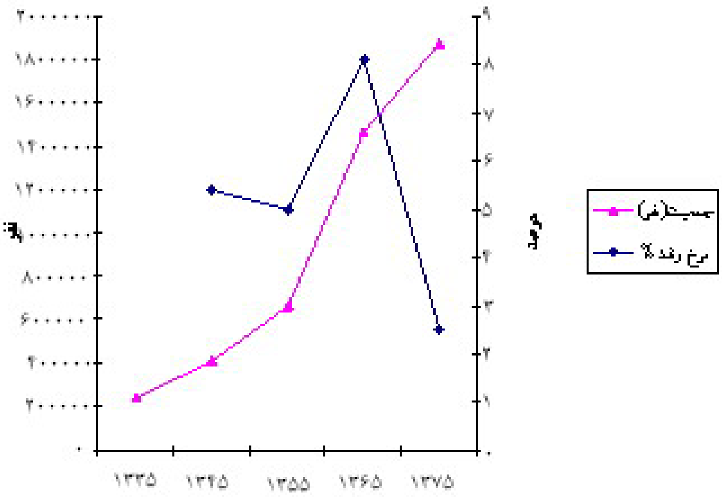
جدول شماره ۲: ضرایب محاسبه شده برای کلان‌شهر سیدنی در سال ۲۰۰۱

| ضرایب مختلف | پارامتر | ضریب ۲۰۰۱ سیدنی |
|---|---|---|
| آنتروپی | جمعیت | ۰,۹۴۴ |
| | اشتغال | ۰,۹۳۸ |
| جینی | جمعیت | ۰,۴۰ |
| | اشتغال | ۰,۳۹ |
| موران (روش ۰ و ۱) | جمعیت | ۰,۳۸ |
| | اشتغال | ۰,۳۵ |
| موران (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۲۶ |
| | اشتغال | ۰,۲۱۵ |
| گری (روش ۰و۱) | جمعیت | ۰,۴۰ |
| | اشتغال | ۰,۴۳ |
| گری تعدیلی (روش ۰و۱) | جمعیت | ۰,۶۰ |
| | اشتغال | ۰,۵۷ |
| گری (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۳۱ |
| | اشتغال | ۰,۳۷ |
| گری تعدیلی (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۶۹ |
| | اشتغال | ۰,۶۳ |

**شناخت شهر مشهد و تعیین شکل شهر:**

شهر مشهد در '۲۶ °۱۶ عرض شمالی و '۵۹ °۳۸ طول شرقی واقع شده است (ولایتی، ۱۳۷۰: ۵۴). جمعیت آن براساس سرشماری ۱۳۷۵ حدود ۱۸۸۷۴۱۴ تن و وسعت آن ۲۰۰۸۱۶/۶ هکتار بوده است و تراکم نسبی آن ۸۵/۵ تن بوده است (سازمان آمار شهرداری، ۱۳۸۱). دومین کلانشهر کشور ایران میباشد. این شهر تا آغاز قرن حاضر (۱۳۰۰ ه.ش) بافت سنّتی و حالت قدیمیخود را حفظ کرده، اما با شروع این دوره تغییراتی در بافت سنتی شهر پدید میآید. ساختار شهر تغییر یافته و توسعهی آن آغاز میشود (سعیدی، ۱۳۴۴). از سال ۱۳۲۰ رشد شهر مشهد بهدلایل مختلف از جمله جنگ جهانی و کشیده شدن آن به ایران و فعالیتهای نوین اقتصادی از جمله در مشهد، مهاجرتها، پیشرفت وسایل حمل و نقل و شبکهی برق و برقراری امنیّت شروع میشود. نمودار شماره ۱ روند تغییرات جمعیت و وسعت شهر مشهد را بهطور مقایسهای در دورههای مختلف نشان میدهد.

نمودار شماره ۱: روند تغییرات جمعیتی و گسترش فیزیکی شهر مشهد (۷۵-۱۳۳۵)

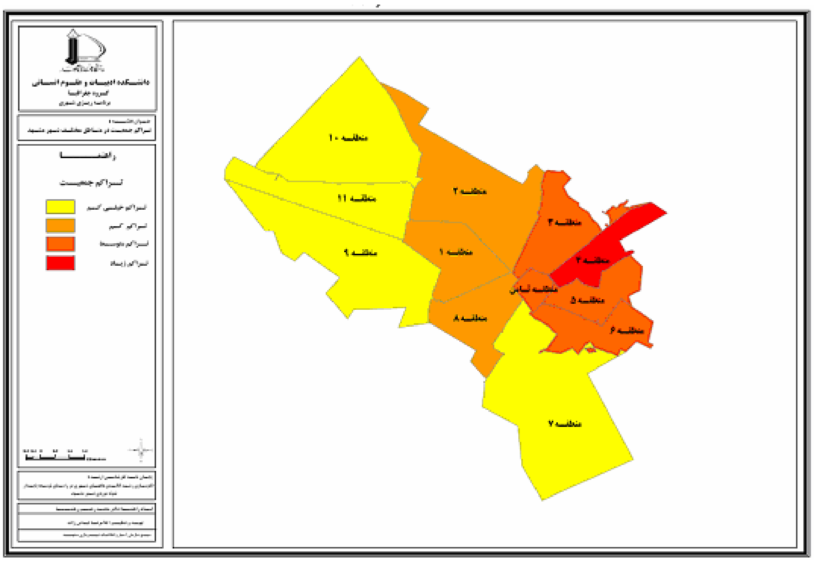



با توجه به موقعیّت جغرافیایی، ارتباطی، زیارتی، سیاسی و اقتصادی مشهد و مهاجرپذیری و رشد سریع جمعیت آن، این شهر جزو اولین شهرهای ایران بوده که دارای برنامهای برای کنترل فیزیکی شهر در قالب طرح جامع است و تاکنون دو طرح جامع برای این شهر تهیه گردیده است که طرح جامع اولیه افق زمانی ۷۰-۱۳۴۵ و دومین طرح جامع نیز افق ۹۵-۱۳۷۰ را دربرمیگیرد.

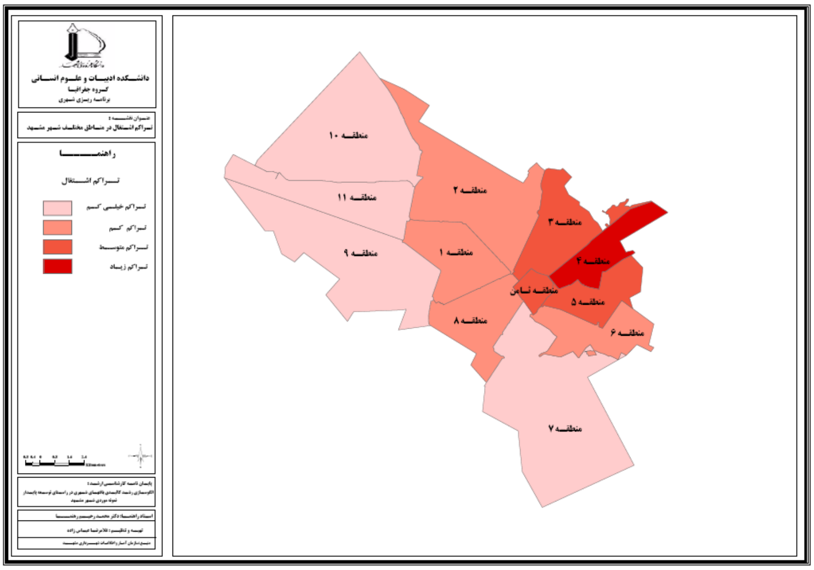
طرح جامع اولیه در پیش بینی جمعیت در افق طرح (۱۳۷۰) جمعیت شهر مشهد را ۱۴۶۵۰۰۰تـن و وسـعت شهر را ۱۷۰ کیلومترمربع برآورد کرد، که جهت توسعه‌ی شهر نیز به‌صـورت پیوسـته و بـه‌طـرف غـرب برنامـه ریزی شده بود. (طرح جامع مشهد، ۱۳۵۱) قبل از پایان یافتن دوره طرح جامع اولیه، به‌دلیل رشد و توسعه‌ی شدید و فارغ از هر برنامه ریزی در این شهر، ضرورت طرح جامع ثانویه فراهم شد. در طرح جامع فعلی این شهر (افـق طـرح ۱۳۹۵) پیش بینی می‌شود که وسعت شهر تا افق طرح (۱۳۹۵) به حدود ۲۴۵ کیلومترمربع و جمعیت آن بـه ۵۴۰۰۰۰۰ تن برسد که از این میزان حدود ۷۰۰هزار تن در محدوده‌ی فعلی سمت توسعه و روستاهای واقع در آن مستقر خواهند شد (غمامی، ۱۳۷۲: ۷۱). همچنـین بـرای سـرریز جمعیـت ایـن شـهر در چـارچوب توسـعه‌ی ناپیوسته، سه شهر اقماری گلبهار، بینالود و نوشهر در نظر گرفته شده است.

مشهد به لحاظ تقسیمات شهری به دوازده منطقه تقسیم شده و تراکم جمعیت و اشتغال مناطق مختلـف کـه در نقشه‌های شماره ۲ و ۳ مشخص شده، بیانگر این واقعیت است که تراکم جمعیت و اشـتغال تمرکـز خاصّـی نداشته و به‌طور نسبتاً مساوی توزیع شده است. علاوه بر این مقـدار تـراکم در کـل شـهر مقـدار پـایینی را نـشان می‌دهد.

نقشه شماره ۲: تراکم جمعیتی مناطق مختلف کلانشهر مشهد در سال ۱۳۷۵



نقشه شماره۳: تراکم اشتغال مناطق مختلف کلانشهر مشهد در سال ۱۳۷۵




## ضرایب مختلف محاسبه شده:

ضریب آنتروپی محاسبه شده برای جمعیت سال ۱۳۸۲ مشهد ۰/۹۳۲ و برای اشتغال در همین سال ۰/۹۳۳ بوده است و نشان دهنده مقدار نابرابری در توزیع آنها میباشد. مقدار ضریب اشتغال بالاتر از جمعیت بوده و بیانگر توزیع عادلانه تر این پارامتر میباشد.

مقدار ضریب جینی نیز برای جمعیت ۰/۲۴ و برای اشتغال ۰/۲۷ بهدست آمده است که بازهم معرّف عدم تعادل در توزیع این دو پارامتر است. نقشهی تراکم جمعیت و اشتغال نیز این نتایج را تأیید مینماید، زیرا نشان میدهد که عدم تعادل در توزیع وجود دارد اما مقدار آن زیاد نیست.

محاسبهی ضریب موران از روش ۰ و۱ مقدار تجمع را برای جمعیت و اشتغال شهر مشهد به ترتیب در همان سال ۰۷/- و ۰/۱۱- نشان میدهد و بیان میکند که شهر تمرکز نداشته و مقدار آن به الگوی تصادفی نزدیک است. حتی میتوان گفت که مقدار آن از الگوی تصادفی نیز پایین تر بوده و مقدار بسیار کمیبه سمت الگوی شطرنجی میل کرده است. مقدار ضریب اشتغال (۰/۱۱-) پایین تر از مقدار ضریب جمعیتی (۰/۰۷-) بهدست آمده و بیان میکند که پراکندگی در توزیع اشتغال بیشتر از جمعیت است و از این نظر میتوان گفت که با

ضریب آنتروپی محاسبه شده همخوانی دارد، زیرا ضریب آنتروپی نشان داد که الگوی توزیع اشتغال (۰/۹۳۳) عادلانه تر از جمعیت (۰/۹۳۲) می‌باشد.

جدول شماره۳: ضرایب مختلف محاسبه شده برای شهر مشهد طی دو دوره‌ی مختلف

| ضرایب مختلف | پارامتر | مقدار ۱۳۷۵ | مقدار ۱۳۸۲ |
|---|---|---|---|
| آنتروپی | جمعیت | ۰,۹۲ | ۰,۹۳ |
| | اشتغال | ۰,۹۳ | ۰,۹۳ |
| جینی | جمعیت | ۰,۲۸ | ۰,۲۴ |
| | اشتغال | ۰,۲۷ | ۰,۲۷ |
| موران (روش ۰ و ۱) | جمعیت | -۰,۱۵ | -۰,۰۷ |
| | اشتغال | -۰,۰۹ | -۰,۱۱ |
| موران (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۱۶ | ۰,۱۱ |
| | اشتغال | ۰,۱۴۶ | ۰,۱۴۶ |
| گری (روش ۰و۱) | جمعیت | ۱،۳۱ | ۱،۲۹ |
| | اشتغال | ۱,۲۶ | ۱,۲۶ |
| گری تعدیلی (روش ۰و۱) | جمعیت | -۰،۳۱ | -۰،۲۹ |
| | اشتغال | -۰,۲۶ | -۰,۲۶ |
| گری (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۶۳۲ | ۰,۶۵۸ |
| | اشتغال | ۰,۶۲۵ | ۰,۶۲۵ |
| گری تعدیلی (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۳۶۷ | ۰,۳۴۱ |
| | اشتغال | ۰,۳۷۵ | ۰,۳۷۵ |

مقدار ضریب موران از روش مرز مشترک نیز نشان می‌دهد که ضریب جمعیتی سال ۱۳۸۲ مشهد (۰/۱۱۳) مقداری پایین تر از ضریب اشتغال (۰/۱۴۶) بوده است. علی‌رغم این‌که از این روش در مقایسه با روش ۰ و ۱ مقادیر ضرایب بالاتر به‌دست آمده بازهم به الگوی تصادفی نزدیک بوده و اگر متوسط این دو را در نظر

بگیریم، به جرأت می‌توان گفت که الگوی شهر مشهد با استفاده از ضریب موران الگوی تصادفی به‌دست می‌آید.

مقدار ضریب گری از روش ۰ و ۱ برای این دو پارامتر به ترتیب ۱/۲۹ و ۱/۲۶ به‌دست آمده و از روش مرز مشترک نیز به ترتیب ۰/۶۵۸ و ۰/۶۲۵ محاسبه شده است که اگر ضرایب تعدیلی گری را از این دو محاسبه نماییم، این مقادیر از روش ۰ و ۱ به ترتیب ۰/۲۹- و ۰/۲۶- و از روش مرز مشترک نیز ۰/۳۴ و ۰/۳۷ به‌دست می‌آید که اگر متوسط این دو را در نظر بگیریم، الگو باز هم به‌طور تصادفی در می‌آید.

آنچه قابل توجه است این است که روش مرز مشترک (هم در ضریب موران و هم در ضریب گری) از روش ۰ و ۱ مقدار بالاتری را نشان می‌دهد و از آن‌جا که این ضریب مرزهای مشترک مناطق را در وزن دهی به آنها می‌سنجد، می‌تواند قابل اطمینان تر باشد.

جدول شماره ۳، ضرایب مختلف محاسبه شده برای شهر مشهد را طیّ دو دوره‌ی مختلف ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲ نشان می‌دهد. با جمع بندی ضرایب مختلف می‌توان نتیجه گرفت که الگوی رشد شهری مشهد، جدا از میزان کمیّت آن، پراکنده بوده و به الگوی تصادفی بسیار نزدیک است. علاوه بر این، مقایسه‌ی دو دوره مختلف (۱۳۷۵ و ۱۳۸۲) نشان می‌دهد که الگوی آن در این چند سال به سمت تمرکز پیش رفته است، با این حال هنوز هم پراکندگی زیادی در الگوی آن موجود است.

درجدول شماره ۴ ضرایب مختلف محاسبه شده برای شهر سیدنی و مشهد در کنار یکدیگر قرار داده شده تا مقایسه‌ای بین این دو شهر صورت گیرد.

همانطور که جدول نشان می‌دهد، در هردو شهر مقداری ناهماهنگی در توزیع جمعیت و اشتغال وجود داشته است. ضرایب موران و گری محاسبه شده برای این دو شهر نیز الگوی شهر سیدنی را به‌صورت تمرکزدار نشان می‌دهد؛ در حالی که برای شهر مشهد الگویی تصادفی محاسبه نموده است. همچنین در هر دو شهر مقادیر ضرایب موران و گری تناسب بیشتری را با ضریب جینی نشان می‌دهد تا ضریب آنتروپی، زیرا که سیدنی تمرکز بیشتری داشته و عدم تعادل محاسبه شده ضریب جینی، می‌تواند همخوانی بیشتری با آن داشته باشد و شهر مشهد پراکنش بیشتری داشته است که ضریب جینی آن کمتر از سیدنی به دست آمده و بهتر می‌تواند این وضعیّت را توجیه نماید. هرچند ضریب آنتروپی نیز نا هماهنگی در توزیع را در هر دو شهر نشان می‌دهد، اما مقدارآن بسیار کم بوده است.

جدول شماره ۴: ضرایب مختلف محاسبه شده سیدنی و مشهد در مقایسه با یکدیگر

| ضرایب مختلف | پارامتر | مقدار مشهد ۱۳۸۲ | ضریب ۲۰۰۱ سیدنی |
|---|---|---|---|
| آنتروپی | جمعیت | ۰,۹۳ | ۰,۹۴۴ |
| | اشتغال | ۰,۹۳ | ۰,۹۳۸ |
| جینی | جمعیت | ۰,۲۴ | ۰,۴۰ |
| | اشتغال | ۰,۲۷ | ۰,۳۹ |
| موران (روش ۰ و ۱) | جمعیت | −۰,۰۷ | ۰,۳۸ |
| | اشتغال | −۰,۱۱ | ۰,۳۵ |
| موران (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۱۱ | ۰,۲۶ |
| | اشتغال | ۰,۱۴۶ | ۰,۲۱۵ |
| گری (روش ۰و۱) | جمعیت | ۱،۲۹ | ۰,۴۰ |
| | اشتغال | ۱,۲۶ | ۰,۴۳ |
| گری تعدیلی (روش ۰و۱) | جمعیت | −۰،۲۹ | ۰,۶۰ |
| | اشتغال | −۰,۰۲۶ | ۰,۵۷ |
| گری (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۶۵۸ | ۰,۳۱ |
| | اشتغال | ۰,۶۲۵ | ۰,۳۷ |
| گری تعدیلی (روش مرز مشترک) | جمعیت | ۰,۳۴۱ | ۰,۶۹ |
| | اشتغال | ۰,۳۷۵ | ۰,۶۳ |

مقایسه‌ی بین دو الگوی رشد شهری نیز نشان می‌دهد که کلان‌شهر سیدنی فشرده تر از مشهد است، به‌طوری که الگوی شهر سیدنی دارای تمرکز به‌دست آمده و الگوی شهر مشهد الگویی تصادفی بوده است.

**نتیجه گیری:**

الگوهای رشد شهرهای بعد از جنگ جهانی دوم (۱۹۴۵) عمدتاً به‌صورت گسترش افقی[1] و مبتنی بر حمـل و نقل شخصی (ماشین) بوده و به شهر ماشینی[2] مشهود است (نیومن، ۱۹۹۹) که اتومبیل و پیشرفت حمل و نقل در توسعه‌ی این الگو نقش بسیار مؤثری را ایفا کرده است. امروزه با پیدایش مشکلات زیست محیطـی و ترافیکـی در شهرها و نابودی مراکز قدیمی شهر، عمده‌ی کشورها برای راه حل این مسأله به چـاره جـویی پرداختـه انـد. یکی از راه حل‌های مطرح شده در این زمینه، رشد هوشمند[3] بوده است که با اصول ده‌گانه‌ی خـود سـعی دارد الگوی رشد شهری را به سمت فشردگی[4] پیش ببرد تا به توسعه‌ای پایـدار در شـهرها دسـت یابـد. ایـن الگـو از دهه‌ی ۱۹۷۰ به بعد با سرمشق قراردادن شهرهایی مانند کیک در کانادا و هنگ کنگ در آسیای جنوب شـرقی اهمیت جهانی یافته است. (رهنما، ۲۰۰۵)

بحث رابطه‌ی بین یک متغیّر در مناطق مختلف یا خود همبستگی فضایی از جمله مباحث جدید جغرافیـایی می‌باشد. در این مقاله نیز سعی شد که کاربرد خود همبستگی فضایی در تعیین الگوی رشد شهری بـا اسـتفاده از چهار بعد شکل شهر- اندازه متروپل، تراکم، درجه‌ی توزیع عادلانه، درجه‌ی تجمع- مـورد برسـی قـرار گیـرد. کاربرد این الگوها برای شهر سیدنی و مشهد و مقایسه بین آن دو نشان داد که هرچند این ضرایب الگوی شهر را به‌صورت دقیق تعیین نمی‌نمایند، اما می‌تواند نوع توسعه‌ی شهر را به‌صورت کلّی مشخص سازد، به‌طوری که در شهر سیدنی الگویی تقریباً متمرکز و در مشهد الگویی تصادفی محاسبه شده و با وضعیّت این دو شهر همخـوانی زیادی دارد. این الگوها کلیّت فرم شهر را که دغدغه‌ی سیاست گذاران قرن بیست و یکم (عصر شبکه) اسـت و چگونگی شهر آینده پایدار، فرم کلی شهر (پراکندگی و فشردگی)، چگونگی اسـتقرار کاربریهـا، فاصـله‌ی بـین محل کار و زندگی، طول سفرهای کاری و غیرکاری، میزان مصرف انـرژی، انتـشار آلـودگی، میـزان مـصرف زمین و غیره، که از اصول اساسی توسعه‌ی پایداراند، را مشخص مـی‌نمایـد. تکنیـک‌هـا و الگوهـای ارئـه شـده به‌ویژه «الگوی موران و گری» ابزار مناسبی برای سنجش درجه‌ی پراکندگی و فشردگی بوده‌اند و پاسـخ نـسبی به دغدغه‌ی سیاستگذاران شهری در شرایط حاضر و گرایشهای آینده فرم شهری به سوی پایداری است که در

1. Sprawl
2. Auto City
3. Smart Growth
4. Compactness

ادبیات برنامه ریزی علمی ایران تا به‌حال فراموش شده است و امید است این پژوهش سرآغازی برای طرح چنین مسایل کاربردی در حوزه‌ی مطالعاتی باشد.

## منابع و مآخذ:


۱. سازمان آمار(۱۳۸۱)، *اطلاعات و خدمات کامپیوتری شهرداری مشهد*، ویژگی‌های جمعیتی شهر مشهد.

۲. سعیدی رضوانی(۱۳۴۴)، عباس، *جغرافیای شهر مشهد*، مجله دانشکده ادبیات مشهد، شماره ۱.

۳. غمامی، مجید(۱۳۷۲)، طرح جامع مشهد، فصلنامه آبادی، سال سوم، شماره ۹.

۴. وزارت مسکن و شهرسازی(۱۳۵۱)، طرح جامع اولیه شهر مشهد.

۵. ولایتی، سعدالله، توسلی، سعید(۱۳۷۰)، *منابع و مسائل آب استان خراسان*، انتشارات آستان قدس.

6.Alonso, W (1964) *Location and Land Use*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

7.Anderson, W.P., *Kanaroglou, P.S. and Miller*, E.J. (1996) Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy, Urban Studies, 33(1), pp7-35

8.Ewing, R (1997) *Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable?*, Journal of the American Planning Association, 63(1), pp107-126

9.Glaster, G, et.al., (2001) *Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Meaturing an Elusive Concept, Housing Policy Debate*, Volume 12, Issue 4, pp681-717

10.Gordon, P, Harry, W.Richarson (1997) *Are Compact Cities a Desirable Planning Goal?*, Journal of the American Planning Association, 63(1), pp89-106

11.Hess, G.R (2001) *Just what is Sprawl, Anyway?*, www4. ncsu.edu/grhess

12.ICCMA, (1998) *Why smart Growth: A Primer*, International City/County Management Association.

13.Lee, G, Wong, D.W.S (2001) *Statistical analysis with Arc view GIS*, USA, pp156-187

14.Litman, T, (2005), *Evaluating Criticism of Smart Growth*, Victoria Transport policy Institute, http://www.vtpi.org

15.Mike, G (2005) *Urban governance and vulnerability*: exploring the tension in Sydney's response to bushfire threat, Cities, Vol.22, No.1, pp55-64

16.Newman, P (1999), *Sustainability and Cities; over coming automobile dependences*, Island Press, USA

17.Rahnama, et.al (2005) *Accessibility and Sustainability in Sydney*, International Conferences on Health Risk, Bloyna, Italy, pp356-370

18. Smart Growth Network (SGN) (2002) *About smart growth. http:// www. smartgrowth. org/ about* Smart Growth Network and USEPA, www.epa.gov/smartgrowth.

19.Tsai, Yu-Hsin (2005) *Quantifying urban form: Compactness versus Sprawl*, Urban Studies, Vol.42, No1, pp141-161

20.USEPA, (2003) *Smart Growth Index (SGI) Model*, US Environmental Protection Agency, www.epa.gov/smartgrowth/sgipilot.htm.

21.VTPI, (2005) *Online TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute* www.vtpi.org.

22.Wang. J (2002) *Searching for the urban development pattern*, http://www.uncp. edu/ mpa/ papers/ professional papers